

(10)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 040 375
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81103528.6

(51) Int. Cl.³: G 10 K 11/34

(22) Anmeldetag: 08.05.81

(30) Priorität: 21.05.80 DE 3019409

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.11.81 Patentblatt 81/47

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin
und München
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

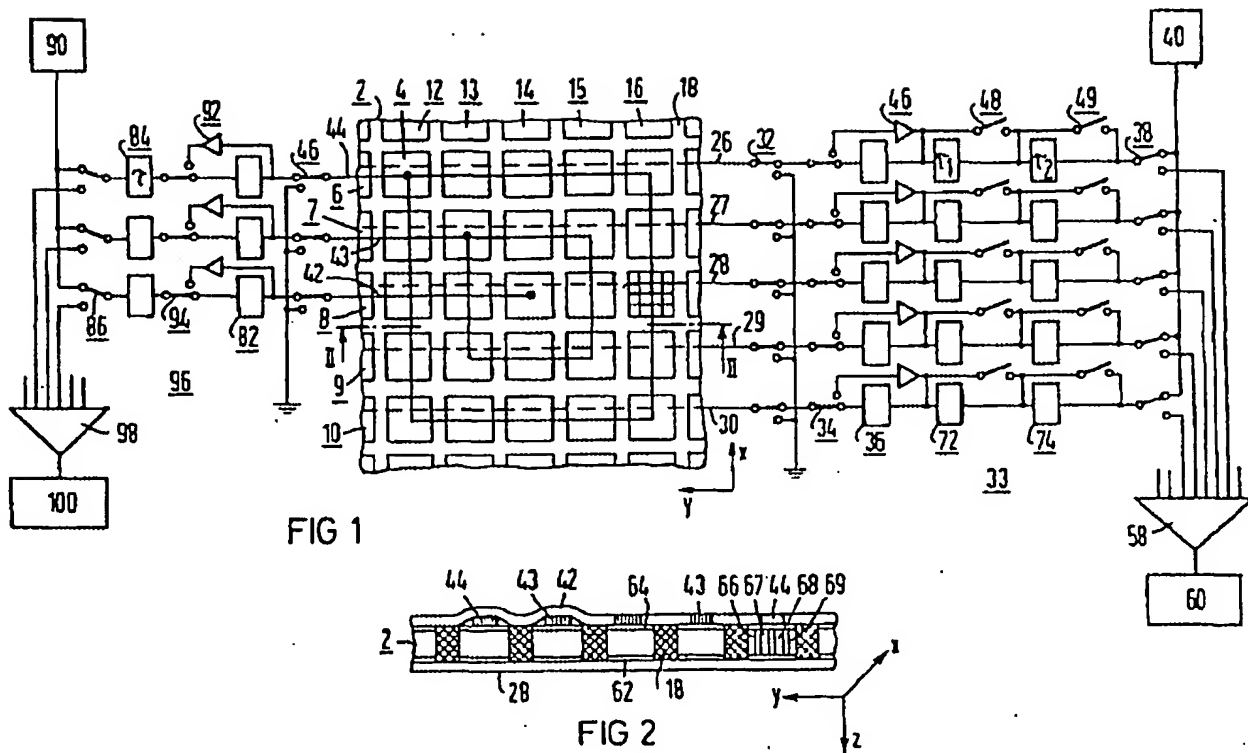
(72) Erfinder: Diepers, Heinrich, Dr.
Veit-Stoss-Strasse 44
D-8552 Höchstädt/Aisch(DE)

(64) Ultraschallwandleranordnung.

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Ultraschallwandleranordnung mit Ultraschallschwingern, denen elektronische Verzögerungsketten zugeordnet sind. Erfindungsgemäß ist eine Matrix (2) von säulenartigen Ultraschallschwingern (4) vorgesehen, deren Stirnflächen jeweils mit einer Steuerelektrode (26 bis 30 bzw. 42 bis 44) verbunden sind, die in der Ebene jeweils einer der Flachseiten der Matrix (2) angeordnet sind. Auf einer Flachseite der Matrix (2) sind Reihen (6 bis 10) der Schwinger (4) jeweils mit einer gemeinsamen Steuerleitung (26 bis 30) versehen und auf der gegenüberliegenden Flachseite der Matrix (2) bilden gemeinsam gesteuerte Gruppen von Ultraschallschwingern (4) jeweils eine konzentrische Anordnung. Dieser Prüfkopf kann wahlweise als Fokus- oder als Winkelprüfkopf eingesetzt werden und außerdem kann der Fokuspunkt auch noch in der Tiefe verlagert werden.

EP 0 040 375 A1

./...



0040375

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 80 P 7 5 2 6 E

5 Ultraschallwandleranordnung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Ultraschallwandleranordnung mit Ultraschallschwingern, denen elektrische Verzögerungsketten zugeordnet sind.

- 10 Die Anordnung enthält eine Vielzahl von Wandler-elementen, die mit Hilfe der elektronischen Steuerungsglieder nach Phase und Amplitude unterschiedlich angeregt werden können. Durch Änderung der Amplituden- und der Phasen-
- 15 ansteuerung dieser sogenannten phased arrays kann das abgestrahlte und empfangene Schallfeld so beeinflusst werden, daß Winkelprüfköpfe und fokussierende Köpfe durch einen einzigen Array-Prüfkopf ersetzt werden können. Die lineare Laufzeitverzögerung der Ultraschall-
- 20 impulse ergibt ein Schwenken und durch eine symmetrische, beispielsweise quadratische Verzögerung der Ultraschallimpulse erhält man ein Fokussieren des Schallfeldes. Durch Überlagerung einer linearen mit einer quadratischen Verzögerung wird das Schallfeld in der Längsrichtung der Wandleranordnung sowohl fokussiert als auch
- 25 geschwenkt. Mit einer als akustische Linse wirkenden Vorlaufstrecke kann das Schallfeld zusätzlich noch in der Ebene quer zur Längsrichtung der Wandleranordnung fokussiert werden. Die Fokussierung ist jedoch auf einen
- 30 Wert begrenzt, der durch die Krümmung der Linse gegeben ist (US-PS 3 936 791).

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Ultraschallwandler-Array anzugeben, das wahlweise als Normalprüfkopf, Winkel- oder auch Fokusprüfkopf sowie als

35

fokussierender Winkelprüfkopf eingesetzt werden kann und das für eine Verlagerung des Fokuspunktes in der Tiefe des zu untersuchenden Körpers geeignet ist.

- 5 Es sind bereits Ultraschallwandleranordnungen mit Wandlerelementen in der Form einer Matrix zur Herstellung von Schnittbildern eines zu untersuchenden Körpers mit Ultraschall, sogenannten B-Bildern, bekannt (DE-PS 28 29 570).

10

Weiterhin sind Ring-Arrays bekannt, bei denen ringförmige Ultraschallschwinger unabhängig voneinander gesteuert werden und der Öffnungswinkel (Apertur) durch Zu- oder Abschalten von äußeren Ringen verändert und

15

damit beim Senden der sogenannte natürliche Fokuspunkt verschoben wird. Man erhält eine sogenannte atmende Apertur. Beim Empfang wird durch kontinuierliche, elektronische Phasensteuerung ein dynamischer, in der Tiefenlage kontinuierlich verschiebbarer Fokuspunkt

20

erzeugt. Diese dynamische Fokussierung erfordert jedoch einen verhältnismäßig großen elektronischen Aufwand ("Ultrasonic Imaging", Vol. 1, No. 1, 1979, S. 56-75).

25

Die Erfindung beruht nun auf der Erkenntnis, daß mit einer besonderen Kontaktierung und Ansteuerung der Ultraschallschwinger innerhalb der Matrix in Verbindung mit der bekannten phasenverzögerten Ansteuerung die Funktion der verschiedenen Prüfköpfe in einem einzigen elektronischen Prüfkopf vereinigt werden kann. Die

30

Erfindung besteht somit in den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1. Die Vereinigung der verschiedenen Funktionen erhält man durch die besondere Kontaktierung der Ultraschallschwinger auf den beiden Flachseiten der Matrix in Verbindung mit der Möglichkeit, die Elektroden

35

auf jeweils einer der Flachseiten entweder verzögert

anzusteuern oder auf ein gemeinsames Potential, vorzugsweise Nullpotential, zu legen.

- Werden die auf einer Flachseite der Matrix an konzentrische Elektroden gruppenweise angeschlossenen Ultraschallschwinger auf Nullpotential gelegt und die Ultraschallschwinger auf der anderen Flachseite der Matrix reihenweise gemeinsam unverzögert gesteuert, so erfolgt die Abstrahlung in das zu prüfende Werkstück senkrecht zu den Flachseiten der Matrix. Wird den Reihen der Ultraschallschwinger jeweils ein Sender einer Senderkette und jeweils ein Verzögerungsglied einer linearen elektronischen Verzögerungskette vorgeschaltet und wird eine derartige lineare Verzögerungskette auch dem Empfänger zugeordnet, so kann nacheinander mit verschiedenen Winkeln in das Werkstück eingeschallt werden. Die Größe des Winkels ist durch die Verzögerung bestimmt. Mit einer beispielsweise quadratischen Verzögerung erfolgt Sendung und Empfang senkrecht zur Matrix mit einem Fokus, der durch die Verzögerung eingestellt werden kann. Der Fokuspunkt kann somit in verschiedene Tiefen des zu untersuchenden Werkstücks gelegt werden. Mit der Überlagerung einer linearen und einer quadratischen Verzögerung erfolgt die Einschallung mit einstellbarer Richtung und einstellbarem Fokus, wobei der Abstrahlwinkel durch die Einstellung der linearen Verzögerung und die Fokustiefe durch die Einstellung der quadratischen Verzögerung gewählt werden kann.
- Werden die Reihen der Schwingerelektroden auf der einen Flachseite der Matrix des Wandlerarrays auf Nullpotential gelegt und die konzentrischen Elektrodenverbindungen auf der anderen Flachseite der Matrix mit einer quadratischen Verzögerung angesteuert, so erhält man bei senkrechter Abstrahlrichtung sowohl eine Fokussie-

rung in der Ebene senkrecht zu den Elektrodenreihen der
Ultraschallschwinger als auch in der Ebene in deren
Längsrichtung. Man erhält somit durch diese räumliche
Fokussierung einen Fokusschlauch.

5

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des
Wandlerarrays sind die einzelnen Ultraschallschwinger
wenigstens noch in einer Richtung quer zu ihrer Längs-
achse in eine Gruppe akustisch getrennter und elektrisch
10 gemeinsam gesteuerter Wandlerelemente aufgeteilt. In
einer besonderen Ausführungsform kann auch noch eine
weitere Aufteilung der so entstehenden Wandlerelemente
in deren Längsrichtung vorgenommen werden, so daß jeder
Ultraschallschwinger aus einer Matrix von gemeinsam
15 gesteuerten säulenartigen Wandlerelementen besteht,
deren Stirnflächen jeweils in einer Flachseite der
Matrix der Gesamtanordnung liegen. Die Abmessungen der
säulenförmigen Wandlerelemente werden dann vorzugsweise
so gewählt, daß ihre Länge etwa gleich der halben Wel-
20 lenlänge und damit etwa doppelt so groß wie ihre Dicke
ist.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die
Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur 1 ein Ultra-
25 schallwandlerarray nach der Erfindung mit seiner elek-
tronischen Steuerung schematisch veranschaulicht ist.
In Figur 2 ist ein Teil der Figur 1 als Schnitt darge-
stellt.

30 Nach Figur 1 ist eine Matrix 2 von Ultraschallschwingern
4 in Reihen 6 bis 10 hintereinander und in Spalten 12
bis 16 nebeneinander angeordnet. Die Zwischenräume 18
zwischen den Ultraschallschwingern 4 sind in der Figur
zur Verdeutlichung vergrößert dargestellt. Die säulen-
35 artigen Ultraschallschwinger 4 sind innerhalb der

0040375

-5-

VPA 80 P 75 26 E

Matrix 2 derart angeordnet, daß ihre untere Stirnfläche in der unteren Flachseite der Matrix und ihre obere Stirnfläche in der oberen Flachseite der Matrix 2 liegt. An der unteren Flachseite der Matrix 2 sind die Ultraschallschwinger 4 der Reihen 6 bis 10 jeweils über eine gemeinsame Steuerleitung an einem Sender und einem Empfänger angeschlossen. Die Steuerleiter sind in der Figur mit 26 bis 30 bezeichnet. Sie können über eine Umschalterkette 32, die vorzugsweise aus elektronischen Schaltern bestehen kann, auf Nullpotential gelegt werden.

Die Steuerleiter 26 bis 30 sind über eine Elektronik 33 mit dem Taktgeber 40 eines Senders und mit einem Summierverstärker 58 eines Empfängers 60 verbunden, der beispielsweise ein elektronischer Bildschirm sein kann. Die Elektronik 33 enthält für die Zeilen 6 bis 10 der Ultraschallschwinger 4 jeweils einen Schalter einer Schalterkette einer elektronischen Weiche 34 sowie einen Sender einer Senderkette 36 und einen Umschalter einer elektronischen Weiche 38. Die elektronische Weiche 34 und gegebenenfalls auch die Weiche 38 können vorzugsweise als integrierte Schaltkreise ausgebildet sein, deren Sperrdämpfung vorzugsweise wenigstens etwa 40 dB betragen kann.

An der oberen Flachseite der Matrix 2 ist ein nicht näher bezeichneter zentraler Ultraschallschwinger an einen Steuerleiter 42 angeschlossen. Jeweils Gruppen der Ultraschallschwinger 4, die den zentralen Ultraschallschwinger konzentrisch umgeben, sind an einem gemeinsamen Steuerleiter angeschlossen, die in der Figur mit 43 und 44 bezeichnet sind. Werden die Steuerleitungen 42 bis 44 der Elektroden an der oberen Flachseite der Matrix 2 über jeweils einen Umschalter einer gemeinsamen mit 46 bezeichneten Umschalterkette auf Null-

- potential gelegt, so können die Ultraschallschwinger 4 der Matrix 2 mit Hilfe des Taktgebers 40 und der Senderkette 36 über die Steuerleitungen 26 bis 30 zeilenweise angesteuert werden. Man erhält dann eine Abstrahlung
- 5 senkrecht zu den Flachseiten der Matrix 2 in einem in der Figur nicht dargestellten zu prüfenden Körper. Nach Abgabe der Sendeimpulse wird die elektronische Weiche 34 umgeschaltet und die Echosignale werden im allgemeinen über den Vorverstärker einer Vorverstärkerkette 46
- 10 sowie die Reihenschaltung von zwei elektronischen Schaltern, die jeweils zu einer Kette von Überbrückungsschaltern 48 bzw. 49 gehören, und die umgeschaltete elektronische Weiche 38 dem Empfänger 60 zugeführt.
- 15 Die Ultraschallschwinger 2 können vorzugsweise durch sogenannte Feinunterteilung sowohl in der x- als auch in der y-Richtung jeweils in eine Matrix von säulenförmigen Wandler-elementen aufgeteilt sein, wie es in Figur 1 zur Vereinfachung nur bei einem Ultraschallschwinger der Reihe 8 angedeutet ist. Diese Wandler-
- 20 elemente sind dann an ihren Enden jeweils gemeinsam kontaktiert und elektrisch parallelgeschaltet.
- Nach Figur 2 sind die Ultraschallschwinger 2 in Richtung
- 25 der Zeilen 6 bis 10 derartig nebeneinander angeordnet, daß ihre Stirnflächen, die jeweils mit einer Metallauflage 62 bzw. 64 versehen sind, an einer Flachseite der Matrix 2 liegen. Von den durch Feinteilung hergestellten Wandler-elementen ist die vordere Reihe einer der Ultra-
- 30 schallschwinger dargestellt und diese Elemente sind mit 66 bis 69 bezeichnet. Die Zwischenräume 18 zwischen den Ultraschallschwingern 2 und gegebenenfalls auch zwischen den Wandler-elementen 66 bis 69 sind mit einem Material gefüllt, dessen akustischer Widerstand wesentlich vom
- 35 Widerstand des Schwingermaterials abweicht. An der unteren Flachseite sind die Wandler-elemente 2 der

Reihe 8 durch die Steuerleitung 28 verbunden. An der oberen Flachseite der Matrix 2 sind die Steuerleiter 42 bis 44 sichtbar, die an der Oberfläche entlanggeführt sind. Die elektrische Isolation der Steuerleiter 42 bis 5 44 gegeneinander ist in der Figur zur Vereinfachung nicht dargestellt.

Soll die Abstrahlung von der Matrix 2 in der xz-Ebene mit verschiedenen Winkeln gegenüber der Flächennormalen 10 erfolgen, so erhalten die Steuerleitungen 26 bis 30 jeweils eine elektronische Verzögerungsstufe einer linearen Verzögerungskette 72, die bei geschlossenem Schalter 49 und geöffnetem Schalter 48 die Taktimpulse des Taktgebers 40 den Sendern der Senderkette 36 jeweils 15 mit einer linearen Verzögerung zuführen und die Echoimpulse über die Schalter der elektronischen Weiche 34 sowie die Vorverstärker der Vorverstärkerkette 46 mit der gleichen Verzögerung dem Summierverstärker 58 des Empfängers 60 zuführen. Durch Änderung der linearen 20 Verzögerung der Verzögerungskette 72 können verschiedene Abstrahlwinkel eingestellt werden und das Wandlerarray wirkt somit wie ein Winkelprüfkopf. Mit einer weiteren Verzögerungskette 74, deren Verzögerungsglieder auf eine quadratische Verzögerung eingestellt sind und 25 denen die Überbrückungsschalter 49 zugeordnet sind, können die Ultraschallschwinger 4 der Matrix 2 mit quadratischer Verzögerung angesteuert und ihre Echoimpulse mit der gleichen Verzögerung dem Empfänger zugeführt werden. Zu diesem Zweck werden die Schalter der 30 Überbrückungsschalterkette 48 geschlossen und die Schalter 49 geöffnet.

Werden die Überbrückungsschalter 48 und 49 geöffnet, so sind sowohl die lineare Verzögerungskette 72 als auch 35 die quadratische Verzögerungskette 74 wirksam. Mit der

Überlagerung einer linearen und quadratischen Verzögerung in der Ansteuerung der Zeilen 6 bis 10 von Ultraschallschwingern 4 der Matrix 2 ist sowohl ein Schwenken als auch eine Fokussierung des abgestrahlten Schallfeldes möglich.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform können die konzentrischen Elektrodengruppen der oberen Flachseite der Matrix 2 über die Steuerleiter 42 bis 44 jeweils an einem Sender und einem Empfänger angeschlossen werden. Zu diesem Zweck enthalten die Steuerleitungen jeweils einen Sender einer Senderkette 82 und jeweils ein elektronisches Verzögerungsglied einer Verzögerungskette 84 mit quadratischer Verzögerung, welche über jeweils einen Umschalter einer elektronischen Weiche 86 sowohl an den Taktgeber 90 eines Senders als auch an den Summierverstärker 98 eines Empfängers 100 angeschlossen ist. Die Sendeimpulse werden vom Taktgeber 90 über die Senderkette 82 den Ultraschallschwingern 4 der jeweiligen Schwingergruppe mit einer Verzögerung zugeführt, die an den Verzögerungsgliedern der Verzögerungskette 84 eingestellt wird. An der unteren Flachseite der Matrix 2 sind die Reihen 6 bis 10 der Ultraschallschwinger 4 über den Umschalter 32 auf Nullpotential gelegt. Die Echosignale werden über jeweils einen Vorverstärker einer Vorverstärkerkette 92 sowie eine weitere elektronische Weiche 94 und die gleichen Verzögerungsglieder der Verzögerungskette 84 sowie die entsprechend umgeschaltete elektronische Weiche 86 und den Summierverstärker 98 dem Bildschirm des Empfängers 100 zugeführt. Durch Änderung der Zeitverzögerung der Verzögerungskette 84 kann die Größe der Fokussierung und damit die Tiefe des Fokussierungspunktes innerhalb des zu prüfenden Objekts eingestellt werden.

Im Ausführungsbeispiel verbinden die Steuerleitungen 43 und 44 jeweils konzentrisch zueinander angeordnete quadratische Elektrodengruppen. Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, durch entsprechende Kontaktierung ringförmige oder auch sternförmige Elektrodengruppen zu bilden. Mit solchen besonderen Formen der Anregungsgeometrie und damit der Apertur des Wandlerarrays können beispielsweise Nebenkeulen in der Abstrahlcharakteristik des Wandlerarrays unterdrückt werden.

10

Durch die besondere Art der Ansteuerung der Zeilen 6 bis 10 der Matrix 2 durch die Elektronik 33 erhält man einen strichförmigen Fokus der Schallkeule, wenn die Elektroden der oberen Flachseite der Matrix 2 auf Nullpotential

15 liegen. Werden die Elektroden der unteren Flachseite der Matrix 2 auf Nullpotential gelegt und die Elektroden der oberen Flachseite durch die Elektronik 96 angesteuert, so erhält man einen punktförmigen Fokus der Schallkeule. Mit dieser Ausführungsform des Wandler-

20 arrays kann somit der zu prüfende Körper unter verschiedenen Winkeln durchstrahlt werden und ein aufgefundenen Fehler kann durch die besondere Anordnung der Ultraschallschwingergruppen in Verbindung mit der besonderen Ansteuerung durch entsprechende Einstellung der

25 nahezu punktförmigen bzw. strichförmigen Fokussierung näher untersucht werden.

10 Patentansprüche

2 Figuren

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler-Array mit Ultraschallschwingern, denen elektrische Verzögerungsketten zugeordnet sind,
5 g e k e n n z e i c h n e t durch die Merkmale, daß
a) eine Matrix (2) von Ultraschallschwingern (4) vorgesehen ist, deren Stirnflächen jeweils in der Ebene einer der Flachseiten der Matrix (2) angeordnet und jeweils mit einer Steuerelektrode verbunden sind,
10 und daß
b) auf einer Flachseite der Matrix (2) Reihen (6 bis 10) der Ultraschallschwinger (4) jeweils mit einer gemeinsamen Steuerleitung (26 bis 30) versehen sind und daß
15 c) auf der gegenüberliegenden Flachseite der Matrix (2) jeweils konzentrisch zueinander angeordnete Elektroden von Ultraschallschwingern (4) an eine gemeinsame Steuerleitung (42 bis 44) angeschlossen sind.
20
2. Ultraschallwandler-Array nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ultraschallschwinger (4) jeweils aus einer Matrix von gemeinsam gesteuerten Wandlerelementen (66 bis 69)
25 bestehen.
3. Ultraschallwandler-Array nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß säulenförmige Wandlerelemente (66 bis 69) vorgesehen
30 sind, deren Länge wenigstens annähernd der halben Wellenlänge ($\lambda/2$) des Ultraschalls ist und deren Breite höchstens die Hälfte ihrer Länge beträgt.

4. Ultraschallwandler-Array nach einem der Ansprüche
1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß alle Steuerelektroden der Ultraschallschwinger (4)
jeweils einer der Flachseiten der Matrix (2) an gemein-
5 sames Potential anschließbar sind.

5. Ultraschallwandler-Array nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß den
Elektroden der beiden Flachseiten der Matrix (2) jeweils
10 eine Sender- und Empfängeranordnung mit einer elektro-
nischen Umschaltung (34, 38 bzw. 86, 94) zugeordnet ist.

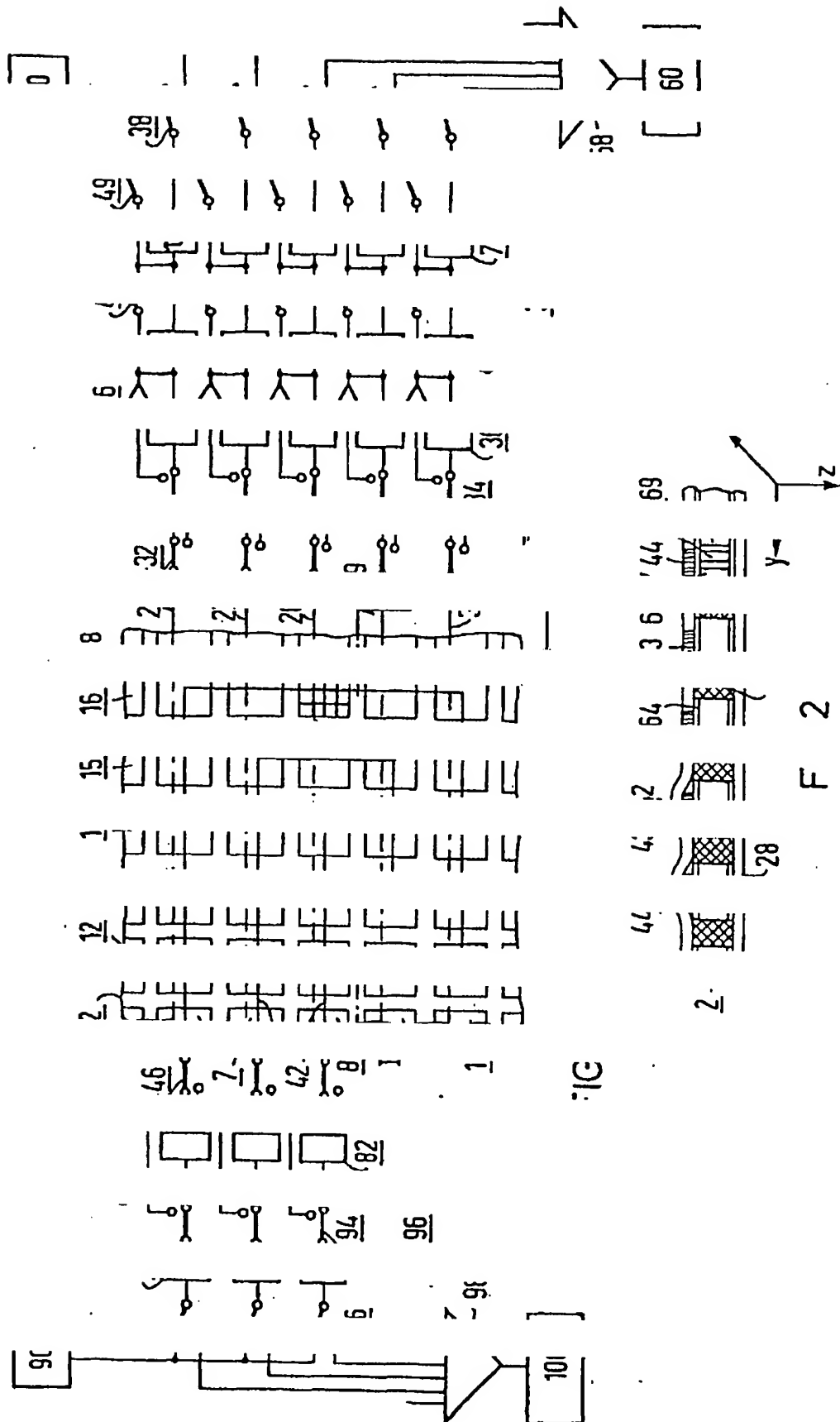
6. Ultraschallwandler-Array nach einem der Ansprüche 1
bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
15 daß sowohl die Steuerleitungen (26 bis 30) für die
Elektroden auf der einen Flachseite der Matrix (2) über
einen Umschalter (32) als auch die Steuerleitungen (42
bis 44) für die Elektroden auf der gegenüberliegenden
Flachseite der Matrix (2) über einen Umschalter (46)
20 an gemeinsames Potential anschließbar sind.

7. Ultraschallwandler-Array nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
Elektroden der Reihen (6 bis 10) der Ultraschallschwin-
25 ger (4) auf der einen Flachseite der Matrix (2) eine
Reihenschaltung von Verzögerungsgliedern einer linearen
elektronischen Verzögerungskette (72) und einer quadra-
tischen elektronischen Verzögerungskette (74) enthalten.

30 8. Ultraschallwandler-Array nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
konzentrischen Elektrodengruppen der Ultraschallschwin-
ger (4) auf der gegenüberliegenden Flachseite der
Matrix (2) jeweils über ein elektronisches Verzögerungs-
35 glied einer quadratischen Verzögerungskette (84) elek-

tronisch umschaltbar, sowohl an einen Ultraschallsender als auch an einen Ultraschallempfänger (100) anschließbar sind.

- 5 9. Ultraschallwandler-Array nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die konzentrischen Elektrodengruppen der Ultraschallschwinger (4) an einer Flachseite der Matrix (2) jeweils einen Ring bilden.
- 10 10. Ultraschallwandler-Array nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die konzentrischen Elektrodengruppen der Ultraschallschwinger (4) jeweils einen Stern bilden.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0040375

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 3528

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	GB - A - 2 005 835 (N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN) * Seite 2, Zeilen 65-127; Figuren 1,2 *	1,4,9	G 10 K 11/34
	--		
	FR - A - 2 349 835 (RCA CORPORATION) * Seite 27, Zeile 9 - Seite 30, Zeile 13; Figuren 6,6a,6b *	1,4,7	
	--		
D	DE - B - 2 829 570 (SIEMENS A.G.) * Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 3, Zeile 12 *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) G 10 K 11/32 11/34 G 01 S 7/52
	--		
	MEDICAL PHYSICS, Band 3, Nr. 5, 1976, Sept./Okt., Am. Inst. of Physics New York, US MAGINNESS et al.: "State-of-the-art in two-dimensional ultrasonic transducer array technology", Seiten 312-318 * Seite 313-318, Kapitel III und IV *	1,4,7, 9	
	--		
E	EP - A - 0 031 510 (SIEMENS A.G.) * Seite 6, Zeile 24 - Seite 8, Zeile 9; Figur 2 *	1,4-7	KATEGORIE DER GENÄNNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument B: Mitglied der gleichen Patentfamilie, Übereinstimmendes Dokument
	--		
	FR - A - 2 292 978 (AGENCE INTERNATIONALE DE VALORISATION DE LA RECHERCHE, ANVAR) * Seite 8, Zeile 31 - Seite 10, Zeile 3; Figur 6 *	1,4	

A	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	19-08-1981	STUBNER	